



再生可能エネルギー普及のための経済的インセンティブ

宮本, 舞
竹内, 憲司

(Citation)

国民経済雑誌, 207(5):73-85

(Issue Date)

2013-05

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/81008481>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/81008481>



再生可能エネルギー普及のための
経済的インセンティブ

宮 本 舞
竹 内 憲 司

国民経済雑誌 第207巻 第5号 抜刷
平成25年5月

再生可能エネルギー普及のための 経済的インセンティブ

宮 本 舞
竹 内 憲 司

再生可能エネルギーの普及政策における経済的インセンティブの設計について、固定価格買取制度 (FIT)、再生可能エネルギー電気取引制度 (RPS) に焦点を当てて両者の比較をおこなった。理想的な市場を想定した理論の下では、FIT と RPS はどちらも目標を効率的に達成するが、不確実性を考慮した場合、政策手段の優劣は異なることを指摘した。さらに、FIT と RPS の効果に関する近年の経済学的研究について、英語文献を対象とした概観をおこなった。多くの文献が、FIT も RPS も状況の変化に対応できる適切な制度設計をおこなう必要があること、他の政策との相互影響を考慮に入れる必要があることを指摘している。

キーワード 再生可能エネルギー、経済的インセンティブ、FIT、RPS

1 はじめに

福島第一原発事故を受けて、日本のエネルギー政策は大きな変化を遂げようとしている。2011年8月に「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法（通称、再生可能エネルギー買取法）」が成立し、再生可能エネルギーによって発電された電気を定められた価格で一定期間にわたって買い取ることが電気事業者に義務づけられた。2010年に策定された現行のエネルギー基本計画では、再生可能エネルギーのシェアを2020年までに一次エネルギー供給の10%にすることが盛り込まれているが、こうした目標を達成するための有効な手段として期待が高まっている。

再生可能エネルギーを普及させる手段にはさまざまなものがあるが、本稿では特に再生可能エネルギーを用いた電力に焦点を当て、1) 固定価格買取制度 (Feed-In-Tariff, 以下ではFIT と表記する)、2) 再生可能エネルギー電気取引制度 (Renewable Portfolio Standard, 以下ではRPS と表記する) という経済的インセンティブに基づいた2つの政策手段を取り上げ、両者の比較をおこなう。特に本稿では、両者について検討をおこなった最近の英語文献を取り上げて概観し、現時点での経済学的知見を整理する。

本稿の構成は以下のとおりである。続く第2節では、日本における再生可能エネルギーの普及促進政策を振り返る。第3節はFITとRPSについて、理論的な整理をおこなう。第4節はFITとRPSを取り扱った最近の文献を取り上げて、概観する。第5節は結論である。

2 日本における再生可能エネルギー政策

2.1 政策の変遷

日本は1970年代以降2度にわたるオイルショックを経験し、石油への依存度を低下させるために、省エネルギー推進と、再生可能エネルギー普及の重要性を強く認識してきた。1979年に「エネルギーの使用の合理化に関する法律」（通称、省エネルギー法）、1980年に「石油代替エネルギーの開発及び導入の促進に関する法律」（通称、石油代替エネルギー法）が制定された。前者は工場、輸送、建築物に関する省エネルギーを促進し、後者は石油に代わるエネルギー源の導入を促進することを目的としている。

石油代替エネルギー法の制定にともなって、政府は総合エネルギー調査会（現、総合資源エネルギー調査会）需給部会の作成した「石油代替エネルギーの供給目標」を閣議決定するとともに、技術開発を推進するために「新エネルギー総合開発機構」（現、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、NEDO）を発足させ、財政的措置を講じるための特別会計制度の整備をおこなっている。これによって地熱発電や太陽光発電に関する事業への支援がおこなわれたが、財政的措置は特に再生可能エネルギーに焦点を当てたものではなく、石炭、天然ガス、原子力などにも適用されている。また技術開発に関しては1974年に「サンシャイン計画」が発足し、太陽電池のコストダウンなどを目的としたプロジェクトが進められた。

設備の設置に対する促進政策としては、1980年度から1996年度まで「ソーラーシステム普及促進融資制度」が実施され、個人が住宅に太陽熱温水器を設置する際の費用を低利融資する支援がおこなわれた。また発電設備に関しては、1994年度からはじまった新エネルギー財団（NEF）による「住宅用太陽光発電促進事業」が、設置費用の一定割合を補助金として支給した。同事業は2005年度にいったん終了となったが、2009年度から太陽光発電普及拡大センター（J-PEC）による「住宅用太陽光発電導入支援対策補助事業」として復活し、出力1kWあたり7万円の補助金が支給されている。補助金や税制の優遇措置については、これら国の制度だけではなく、都道府県、市町村などによる支援も存在する。NEFによる住宅用太陽光発電補助事業によって、2009年までの累計で約51万件、約196万kWに相当する容量の設備が導入された（資源総合システム 2011, p. 21）。この設備容量は、2009年までに導入されたすべての太陽光発電システムの75%に相当する。

これらの政府による仕組みは、日本における再生可能エネルギー導入に一定の役割を果た

した。一方で、2002年にRPSが導入されるまでは、再生可能エネルギーの利用に関する経済的インセンティブは、電力会社による自主的な取り組みの範囲内で主に提供されていたと言える。まず1992年、電力会社が太陽光発電、風力発電、廃棄物発電等からの余剰電力を一定の価格で自主的に購入する「余剰電力購入メニュー」がスタートした。1993年には系統連携ガイドラインが改正され、これまで一方向を想定していた電力系統の技術要件が逆流（自家用発電設備の電力が商用電力系統に逆流すること）を可能とするものになった。1998年からは、事業用風力発電を対象として15～17年間の長期にわたって一定価格での電力購入をおこなう「長期購入メニュー」も開始されている。また2000年にはじまった、企業を対象とした「グリーン電力証書システム」、一般消費者向けの「グリーン電力基金」も、再生可能エネルギーの普及に関わる電力会社による自主的な取り組みと言える。前者は再生可能エネルギーによって発電された電気的环境価値を市場で流通させる仕組み、後者は電力料金に上乗せする形で寄付金を集め、太陽光発電や風力発電の設置に対する補助をおこなう仕組みである。

電力会社による余剰電力の購入は自主的な取り組みであったため、制度的な持続性に欠けており、対象も限定されているという課題があった。これを踏まえて、法律によって再生可能エネルギー電気の購入を義務づけることの必要性が議論され、FITとRPSのどちらを採用するかが検討された。結果としてRPSが採用されることとなり、2002年6月に「電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法」（通称、RPS法）が公布され、2003年4月より施行された。

RPS法は、電気事業者に対して、販売電力量の一定割合以上の再生可能エネルギーの利用を義務づける制度であり、風力、太陽光、地熱、中小型水力、バイオマスの5種類が対象となっている。電気事業者は、自ら再生可能エネルギーを用いて発電するか、他から再生可能エネルギーを用いて発電された電気を購入するか、再生可能エネルギーを用いて発電された電気に相当する量を購入する（電気そのものは別の電気事業者の顧客が消費する）ことによって、義務を履行することができる。

RPS法は、日本における再生可能エネルギー電気の利用拡大に一定の役割を果たした。2003年から2010年までの7年間で、RPS法の対象となる再生可能エネルギー電気の供給量は40.6億kWhから86.1億kWhへと2倍以上に増大した。しかしながら、利用目標量の低さなどに問題があり、飛躍的な進展を達成することはできなかった。2003年に告示された利用目標量は2010年度について122億kWh、2009年に告示された利用目標量は2014年度について173.3億kWhとなっている。これらは、2010年度におけるすべての電気事業者の電気供給量9,266.2億kWhと比べて1.3%と1.9%に過ぎない。

2009年2月、二階俊博経済産業大臣（当時）はFITを用いた太陽光発電の余剰電力買取

制度を政策として導入することを発表した。それはRPSによって再生可能エネルギー電気の利用を促進する方針を基本としながらも、太陽光発電だけについては現状での高コストを考慮して安定的なインセンティブを与える買取制度を適用するという、部分的な方針転換であった。こうして2009年7月に「エネルギー供給事業者による非化石エネルギー源の利用及び化石エネルギー原料の有効な利用の促進に関する法律」（通称、エネルギー供給構造高度化法）が成立し、これに基づいて2009年11月から「太陽光発電を対象とした余剰電力の買取制度」が開始された。制度開始時の買取価格は、住宅用（10kW未満）で1kWhあたり48円、非住宅用で1kWhあたり24円であった。それまでの自主的な制度の下での買取価格は、電力事業者が消費者に電力を売る際の価格と同じ1kWhあたり24円程度であったため、2倍に引き上げられたことになる。また、買取にかかる費用を「太陽光発電促進付加金」として消費者全体に負担させる仕組みも整えられた。

2009年9月には衆議院選挙の結果、自民党から民主党への政権交代があった。民主党はマニフェストの1つとして、太陽光発電を対象を限定しないFITの導入を挙げていた。こうして2011年8月に「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」（通称、再生可能エネルギー買取法、以下ではFIT法と略記する）が可決され、同法の下での買取制度が2012年7月より開始された。

FIT法の下で電力事業者は、業務用の太陽光、風力、中小水力、地熱、バイオマスの5種類の再生可能エネルギーによって発電された電力の全量、また家庭用の住宅用太陽光発電に

表1 FIT法の買取価格と期間（2012年7月～2013年3月）

	太陽光			風力		地熱	
	10kW以上	10kW未満	10kW未満 ダブル発電	20kW以上	20kW未満	15,000kW 以上	15,000kW 未満
調達価格	42円	42円	34円	23.1円	57.5円	27.3円	42円
調達期間	20年間	10年間	10年間	20年間	20年間	15年間	15年間

	バイオマス				
	メタン発酵 ガス化発電	未利用木材 燃焼発電	一般木材等 燃焼発電	木質以外の 廃棄物発電	リサイクル 木材発電
調達価格	40.95円	33.6円	25.2円	17.85円	13.65円
調達期間	20年間	20年間	20年間	20年間	20年間

	水力		
	1,000kW以上 30,000kW未満	200kW以上 1,000kW未満	200kW未満
調達価格	25.2円	30.45円	35.7円
調達期間	20年間	20年間	20年間

よって発電された電力の余剰電力を買い取ることが義務づけられた。1kWhあたりの買取価格および買取期間は、太陽光（10kW以上）が42円および20年間、風力（20kW以上）が23.1円および20年間、地熱（15,000kW以上）が27.3円および15年間などと定められた（表1）。FIT法の導入にともなって、RPS法は事実上廃止となった。

FITが導入された結果、2012年4月から11月までに約144万kWの再生可能エネルギー設備が運転を開始した（資源エネルギー庁 2013）。RPSが導入された2003年度から3年後の2005年度までに増加した再生可能エネルギーの設備容量が122万kWであり（資源エネルギー庁 2006）、これに匹敵する設備容量が半年ほどで運転を開始したことになる。FITの導入にともなって電気料金が急激に上昇する懸念もあったものの、2012年度の賦課金は標準家庭で月あたり87円となっており、電気料金に比べていまのところ小さなものにとどまっている。

2.2 日本の政策導入における議論

総合資源エネルギー調査会（2001）は、2002年にRPS法ができるまでに、制度設計を検討する中でおこなわれた、FITとRPSの比較をまとめている。評価の軸となっているのは、1) 対策効果の確実性、2) 電源選択の自由度、3) コスト削減のインセンティブ、4) 競争への影響、5) エネルギー市場自由化との整合性、6) エネルギー源ごとの導入熟度への配慮、である。

第1に対策効果の確実性については、RPSは数量を直接的に設定するため、期待どおりに目標が達成されないというリスクが少ないと評価している。第2に電力事業者にとっての電源選択の自由度については、買取義務を負うFITよりも、3つの選択肢（自ら発電、証書と電力を購入、証書のみ購入）から選べるRPSの方が高いとしている。第3のコスト削減インセンティブについても、より価格の安い電源が選ばれるRPSの方が優れているという評価である。第4に、FITでは再生可能エネルギー電気の発電施設に近い電力事業者が買取に応じることで費用負担の地域的偏在性が生じ、電力事業者間の競争に不均等な影響が及ぶ可能性があるとして指摘されている。第5と第6は主にRPSの課題として指摘される点に言及したものであり、RPSがエネルギー市場自由化の考え方と整合的であること、発電コストの高い技術の発展可能性を閉ざさないための補完的な政策の有効性が指摘されている。

この報告書の論調はRPSの優位性を支持するための一方的な議論にほぼ終始しているが、それから10年後には、RPSからFITへの移行がおこなわれることになった。資源エネルギー庁（2010）は、こうした移行の根拠として、以下の2点を挙げている。第1に、エネルギー基本計画（2010年6月閣議決定）、新成長戦略（2010年6月閣議決定）などで、再生可能エネルギーの導入目標が大幅に拡大されていることである。第2に、RPSでは高い導入目標

を設定しても、発電事業者側にとって事業の収支見通しが必ずしも明確でないため、事業リスクが取りづらい状況では、再生可能エネルギーによる発電施設の導入が進まない。一方でFITは、事業の収支見通しがより明確化されることから、短期間で高い導入目標を確実に達成するには有効である。

しかしながら、事業見通しの明確性に関する違いは、全体としての導入目標が高くても低くても存在するはずである。そもそもRPSが導入される際の議論（総合資源エネルギー調査会 2001）では、RPSは数量を直接的に設定するため、期待どおりに目標が達成されないというリスクが少ないとの評価がなされていたのである。日本における政策導入の議論は、RPSを採用する際も、RPSからFITへ移行する際も、最初から決まった結論に合わせて理由を選んでいるように見受けられる。

3 FITとRPS：理論的整理

本節では、FITとRPSの違いを理論的に整理する。FITとRPSは、再生可能エネルギー電気利用量の拡大という共通の目標を持ちつつも、数量面からの規制をおこなうのか、それとも価格面からの規制をおこなうのかというアプローチの違いがある。2つの政策はアプローチに違いはあるものの、取引費用や不確実性の存在しない「理想的な市場」を想定した場合、目標達成にあたっての優劣はない。

図1は、横軸に再生可能エネルギー電気の利用量、縦軸に限界便益と限界費用を示している。再生可能エネルギー電気の利用拡大は社会に気候変動の回避などの便益をもたらすが、利用が拡大するにつれて限界便益MBは逡減していくものと仮定する。一方、利用が拡大するにつれて限界費用MCは逡増していくものと仮定する。具体的には、利用が拡大するにつれて風力発電や太陽光発電にとって条件の良い立地が少なくなり、利用量を拡大するための追加的費用が高くなってしまふことを想定すれば良い。限界便益と限界費用が一致するのが、効率的な利用拡大量 Q_1 である。

FITでは、目標とする再生可能エネルギー電気の利用量 Q_1 における限界費用に等しい価格 P_1 で、買取を実施する。利用量を拡大することの追加的費用が、それによって得られる追加的便益、すなわち買取価格よりも低いかぎり利用量は拡大し、結果として前者が後者と一致する Q_1 まで拡大が進む。

RPSでは、目標とする再生可能エネルギー電気の利用量 Q_1 に等しいだけの義務量を電気事業者に配分すれば良い。図1では集計された限界費用を描いているため個々の事業者の行動を記述できないが、与えられた義務量を自力で達成することが容易な事業者は率先して利用量を拡大し、そうでない事業者は他から利用量を購入することで、全体としては Q_1 の利用量が達成される。以上より、RPS、FITのどちらのアプローチによっても、結果として達

図1 FIT と RPS

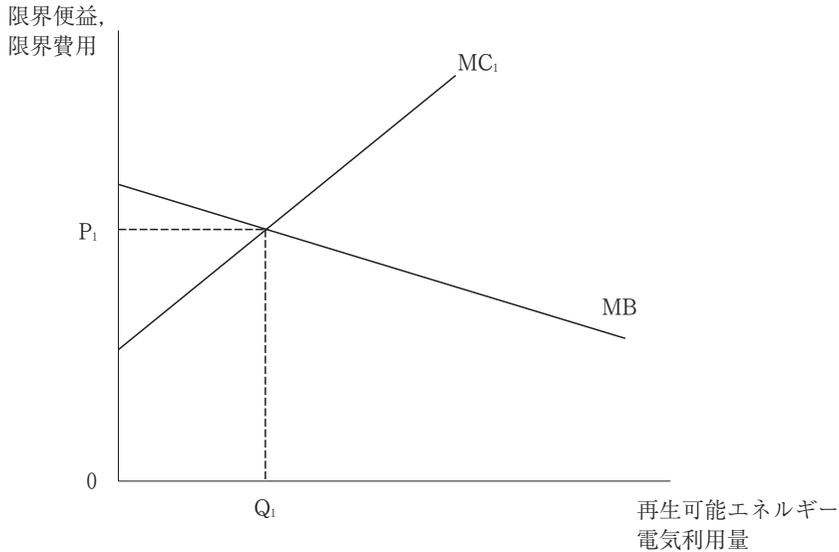
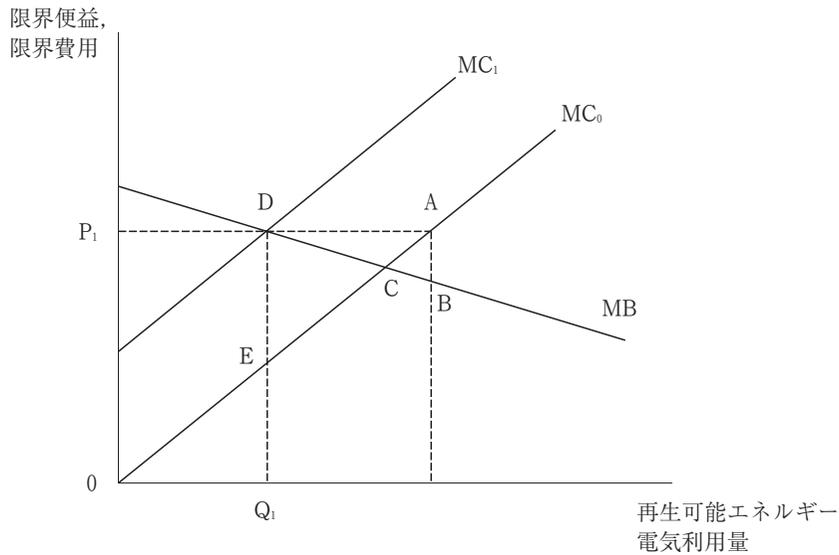


図2 不確実性下における FIT と RPS



成される利用量は同じとなる。

しかし Weitzman (1974) が議論したように、情報の不確実性を導入すると、両者は異なる帰結をもたらすことになる。図2を用いてこれを説明しよう。いま限界費用がほんとうは MC_1 ではなく、これよりも低い MC_0 であったとする。本来であれば、 MC_0 と MB の交点における利用量を目標とすべきであるが、政府はそのことを知らずに、 MC_1 と MB の交点に

おける利用量 Q_1 を目標とした政策を実施している。一方で、再生可能エネルギー電気の利用者は MC_0 にしたがった意思決定をおこなっているものとする。

この場合、設定すべき水準よりも高い P_1 という買取価格を設定する FIT では、目指すべき水準よりも多くの利用量が達成されてしまい、結果として三角形 ABC の死荷重が発生する。一方で、 Q_1 に等しいだけの義務量を配分する RPS では、本来目指すべき利用量よりも少ない義務量が設定されてしまい、結果として三角形 CDE の死荷重が発生する。三角形 ABC の面積と三角形 CDE の面積を比較すると前者の方が後者よりも小さい。したがってここで描かれている状況では、FIT の方が損失の少ない政策であるということが言える。

不確実性下における政策手段の優劣は、限界便益曲線と限界費用曲線の相対的な傾きに依存している。限界便益曲線の傾きが限界費用曲線の傾きよりも相対的に小さな場合は、FIT による損失の方が少なく、限界便益曲線の傾きが限界費用曲線の傾きよりも相対的に大きな場合は、RPS による損失の方が少なくなる。気候変動回避の限界便益が比較的一定であり、再生可能エネルギー発電の限界費用曲線の傾きが高い現状を考えると、Weitzman のような不確実性の下では、FIT の方が政策的な損失は少ないものと考えられる。

限界費用曲線の不確実性は、政府と規制対象者との間の情報の非対称性として解釈することもできるが、市場状況や技術の変化による動的な不確実性とも考えることもできるだろう。普及とともに競争や技術革新の結果、限界費用の水準が現在より低いものになった場合（すなわち限界費用曲線が図2のように MC_1 ではなく MC_0 であることが判明した場合）、FIT では買取価格の引き下げ、RPS では利用義務量の拡大をおこなうことが効率性の観点からは望ましい。そのような調整が不可能であるならば、限界便益曲線の傾きが限界費用曲線の傾きよりも相対的に小さい限りは、RPS よりも FIT を選択した方が良いだろう。

4 研究の現状

4.1 本節の目的

前節では、理論的な観点から、FIT と RPS を比較した。FIT と RPS の得失としてこれ以外によく指摘されている点としては、1) 投資環境の安定性、2) 費用効率性、の2つを挙げることができる。

第1に、FIT の下では買取価格があらかじめ明示されるため、発電事業者にとって投資計画を立てやすくなる。これに対して RPS では、取引が実際に開始されるまで証書価格がどのような水準になるのか分からないため、投資計画を立てにくい。第2に、FIT の下では買取価格が固定されるため、技術ごとに異なる買取価格が設定された場合、技術間の競争が働かなくなる。これに対して RPS では、限界費用の低い技術によって発電された電気から買い取られていくため、費用効率的に目標を達成できる。現状では限界費用が高いものの、普

及にともなう技術革新や規模の経済性によって限界費用の大きな低下が見込めるような技術にとっては、RPS は不利な制度であるとも言える。

本節ではこれらの点を踏まえながら、最近の英語文献を中心に、RPS および FIT の効果を検討した研究を整理する。現実の政策としては、FIT はドイツやデンマークで導入されており、RPS はイギリスやアメリカで導入されている。すでに述べたとおり、日本では2003年からRPSを導入していたが、2012年から（太陽光発電については2009年から）はFITに切り替えられている。

4.2 FIT に関する研究

Mabee et al. (2012) は、ドイツとカナダのオンタリオ州における FIT 政策を比較している。ドイツで導入されている FIT は導入年度によって買取価格が低下していくのに対して、オンタリオ州では買取価格が上昇していく。すなわちドイツでは、太陽光発電について毎年9%、それ以外の発電方法（バイオマス、バイオガス、埋立地ガス、風力）については毎年1%の割合で、買取価格を低下させていくことが定められている。これは早期の普及を促進し、普及による費用低下を実現し、普及のために必要な支出を抑制することを目的としている。一方、オンタリオ州では、インフレーションを考慮して買取価格が上昇していく。ドイツとオンタリオ州の太陽光発電に関する買取価格は、当初ほぼ同じ水準であったが、現在では前者が後者の半分くらいになっている。

Doherty and O'Malley (2011) は、アイルランドにおける FIT 政策の評価をおこなっている。アイルランドの買取価格は、最低価格 (floor price)、需給調整費 (balancing payment)、個別技術費 (technology difference payment) の3つの要素から構成されている。最低価格は買取価格のベースとなる部分であり、インフレーションを考慮して上昇していく。需給調整費は、再生可能エネルギー発電の不安定性に起因した需給調整による追加的費用をまかなうために設けられている。個別技術費は再生可能エネルギー技術ごとの費用の差を考慮した部分であり、大型風力についてはゼロ、水力およびバイオマスについては最も高い金額が設定されている。Doherty and O'Malley は、オプション価格モデルを用いて、現在の仕組みを改変すれば、最終消費者にとって半分の費用負担で同じ程度の普及が達成できることを示した。これは、風力発電の普及が電力価格に与える影響や、アイルランドにおける卸電力市場の統一を、現在の仕組みが反映していないことに起因している。

以上2つの論文が示唆しているように、買取価格の水準は、状況の変化に応じた適切なものにするのが重要である。しかしながら、買取価格の水準があらかじめ明示され、投資環境が安定しているのが FIT の強みであるため、あまり臨機応変な価格調整をおこなうことは、その魅力を損なうことにつながる。ドイツにおける買取価格の設定方法は、投資環境の

安定性を保ちながら、費用低下に向けた努力を刺激するための工夫として捉えることができる。

FITを正当化する1つの根拠として、知識にはスピルオーバー効果があるため、市場にまかせると投資が過小になってしまうという指摘がある。Reichenbach and Requate (2012)は、不完全競争の理論モデルを用いて、学習効果と学習のスピルオーバー効果が存在する場合の再生可能エネルギー電気の普及政策について分析をおこなっている。モデルは化石燃料を用いて発電をおこなう寡占的な部門と、再生可能エネルギーを用いて発電をおこなっている競争的な部門の2つが存在する状況を想定している。結果として、ファーストベストの政策は、化石燃料に対する課税と、再生可能エネルギー発電設備の生産に対する補助金の組み合わせであることが示されている。知識のスピルオーバーは、再生可能エネルギーによる発電量よりも、その発電設備の生産量と関係するため、FITはセカンドベストの政策となる。シミュレーションによれば、FITにおいて炭素税率がゼロと設定されている場合、ファーストベストに比べて厚生が28.3%低下する。ただし炭素税が最適な水準で課されていれば、厚生損失はほぼゼロである。

EUのように電力市場が接続された地域においてFITの導入をおこなう場合、これを通じた影響も考慮する必要がある。Traber and Kemfert (2009)は、EU全体を捉えた電力市場の数値シミュレーションモデルを用いて、ドイツのFIT政策を評価している。結果として、FITはドイツにおける電力の消費者価格を3%上昇させ、電力の生産者価格を8%低下させることが分かった。また、ドイツ国内における二酸化炭素の排出量は11%削減されるが、EUレベルで見るとほぼ変化しない。これは、ドイツのFIT導入によって欧州域内排出量取引制度(EU ETS)における炭素価格が低下し、炭素集約的な経済を持つポーランドやチェコで排出が増えるためである。また、FIT導入によってヨーロッパにおけるほとんどの電力会社のマークアップ率が高まるものの、多くの場合は利潤が減少することが分かった。FIT導入によって利潤が増加する電力会社は、炭素価格の低下による利益が、再生可能エネルギーへの代替効果による損失を上回る場合である。炭素集約的な発電方法を採用している企業や、ドイツの電力網への接続が弱い企業がこれに相当する。

4.3 RPSに関する研究

アメリカでは州によって再生可能エネルギー電力政策が異なり、RPSが導入されている州と、されていない州が存在する。さらに導入されているRPSにもさまざまな制度の違いが存在する。Yin and Powers (2010)はこうした州ごとの制度の違いに着目して、RPSが再生可能エネルギー電力の設備容量に与える影響に関する実証分析をおこなっている。アメリカ50州の1993年から2006年までのパネルデータを用いた結果、説明変数として名目のRPS

義務量を使った場合は統計的に有意なマイナスの影響が見られたが、州ごとの制度的な異質性を考慮した指標を使った場合はプラスの影響が見られた。前者の指標では、対象となる事業者の範囲や、既存の設備容量に関する扱いの違いが考慮されていないため、後者の指標の方が説明変数として適切であると思われる。

RPSは、排出取引制度と類似した特徴を持っている。どちらも市場での証書の売買を通じて、再生可能エネルギー電力の利用や温室効果ガスの排出量抑制といった環境目標の効率的な達成を意図している。これら両方の政策を同時に実施する場合、政策がお互いに影響を与える可能性がある。Tsao et al. (2011)は、こうした影響を考慮した分析をおこなっている。カリフォルニア州の電力市場を参考にした数値シミュレーションの結果、排出取引におけるキャップを引き下げる（規制を厳しくすると）、再生可能エネルギー電力の利潤に負の影響があることを示している。これは、電力需要が減少することでRPSを通じて得られる補助金が小さくなるためである。また、RPSの義務量を引き上げると、排出取引における炭素価格の低下を通じて石炭火力発電や石油火力発電の利潤が増える可能性があることも指摘されている。これは、Traber and Kemfert (2009)がFITについて指摘していることと似た結果と言える。

Palmer et al. (2011)は電力市場モデルであるHaikuを用いて、排出取引、RPS、再生可能エネルギー発電に対する税額控除の3つの政策とそれらの組み合わせの効果を分析している。RPSと税額控除は非再生可能エネルギー間の違いを区別しないため、二酸化炭素の削減という目標を達成するには、排出取引が最も効率的である。排出取引に加えてRPSあるいは税額控除を導入した場合、電力部門における削減が増え、炭素価格は低下する。またRPSを単独で導入する場合、価格に上限を設けるかどうかによって、再生可能エネルギーの普及に違いが生まれることが分かった。シミュレーションによると、2020年時点のアメリカにおける再生可能エネルギー発電量が総発電量に占める割合は、価格に上限を設ける場合で12.8%、設けない場合で18.9%となる。

4.4 FITとRPSの比較

最後に、FITとRPSを同じ分析枠組みの下で比較した研究について触れる。Popp et al. (2011)は、特許データを用いて再生可能エネルギーに関する知識ストックの水準を数値化し、これが再生可能エネルギー発電設備容量の増加に与える影響について検討している。26のOECD諸国における風力、太陽光、地熱、バイオマス、廃棄物発電への投資を1991年から2004年まで分析したところ、知識ストックが大きいほど投資が大きいことが明らかになった。また、前年における水力、原子力の発電量が投資にマイナスの影響を与えており、これらの技術が再生可能エネルギーと代替的な役割を果たしていることが示唆された。FITと

RPSが投資に与える影響も検討されたが、1つのモデルにおいてFITが正に有意な影響を与えている以外は、FITもRPSも有意な影響を投資に与えていなかった。FITについては買取価格の水準、RPSについては利用義務率が変数として用いられている。

Dong (2012) は、風力発電に関する設備容量に対するFITとRPSの影響を、2005年から2009年までの51カ国のパネルデータ分析によって明らかにしている。推定結果より、FITの方がRPSより累積設備容量への影響が国平均で約1,800MW大きいことが明らかになった。中国やインドを含めたより多くの国のデータを用いている点、FITやRPSをダミー変数で扱っている点などにも注意が必要であるが、Popp et al. (2011) と違う結果が得られたのは、被説明変数として累積の設備容量に着目している点が原因として考えられる。Dong (2012) でも、年間の追加的な風力発電設備容量を被説明変数とした場合、FITとRPSの間で影響に有意な差は見られていない。

5 結 論

本稿では、再生可能エネルギーの普及政策における経済的インセンティブの設計について、FITとRPSに焦点を当てて議論をおこなった。理想的な市場を想定した理論の下では、FITとRPSはどちらも目標を効率的に達成するが、不確実性を考慮した場合、限界費用曲線と限界便益曲線の相対的な傾きによって、政策手段の優劣は変わることを指摘した。

さらに、FITとRPSの効果に関する近年の経済学的研究について、英語文献を対象とした概観をおこなった。多くの文献が、FITもRPSも状況の変化に対応できる適切な制度設計をおこなう必要があること、他の政策との相互影響を考慮に入れる必要があることを指摘していた。またパネルデータを用いた実証分析による比較については、累積導入量を被説明変数にした場合にはFITの方がRPSよりも効果が大きいという結果があるものの、年間の導入量を被説明変数とした場合はFITもRPSも差がないとまとめることができる。これまでの経済学的な研究では、FITとRPSのどちらが一般的に優れているかということについて明確な結論は出ていない。どちらの政策手段を導入するにせよ、制度設計いかによって、その効果が大きく異なってくることに注意すべきである。

参 考 文 献

- Doherty, Ronan, and Mark O'Malley. 2011. "The Efficiency of Ireland's Renewable Energy Feed-in Tariff (REFIT) for Wind Generation." *Energy Policy* 39: 4911-4919.
- Dong, C. G. 2012. "Feed-in Tariff vs. Renewable Portfolio Standard: An Empirical Test of Their Relative Effectiveness in Promoting Wind Capacity Development." *Energy Policy* 42: 476-485.
- Mabee, Warren E., Justine Mannion, and Tom Carpenter. 2012. "Comparing the Feed-in Tariff Incentives for Renewable Electricity in Ontario and Germany." *Energy Policy* 40: 480-489.

- Palmer, Karen, Anthony Paul, Matt Woerman, and Daniel C. Steinberg. 2011. "Federal Policies for Renewable Electricity: Impacts and Interactions." *Energy Policy* 39: 3975-3991
- Popp, David, Ivan Hascic, and Neelakshi Medhi. 2011. "Technology and the Diffusion of Renewable Energy." *Energy Economics* 33: 648-662.
- Reichenbach, Johanna, and Till Requate. 2012. "Subsidies for Renewable Energies in the Presence of Learning Effects and Market Power." *Resource and Energy Economics* 34: 236-254.
- Traber, Thure, and Claudia Kemfert. 2009. "Impacts of the German Support for Renewable Energy on Electricity Prices, Emissions, and Firms." *The Energy Journal* 30(3): 155-178.
- Tsao, C.-C., J. E. Campbell, and Yihsu Chen. 2011. "When Renewable Portfolio Standards Meet Cap-and-Trade Regulations in the Electricity Sector: Market Interactions, Profits Implications, and Policy Redundancy." *Energy Policy* 39: 3966-3974.
- Weitzman, Martin L. 1974. "Prices vs. Quantities." *Review of Economic Studies* 41(4): 477-491.
- Yin, Haitao, and Nicholas Powers. 2010. "Do State Renewable Portfolio Standards Promote In-State Renewable Generation?" *Energy Policy* 38: 1140-1149.
- 資源エネルギー庁. 2006. 「RPS法の概要と施行状況」, 総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会(第19回)配布資料, 2006年10月.
- 資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー部. 2013. 「平成25年度調達価格検討用基礎資料」, 調達価格等算定委員会(第8回)配布資料, 2013年1月21日.
- 資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー部電力・ガス事業部. 2010. 「再生可能エネルギーの全量買取制度における詳細制度設計について」, 第9回買取制度小委員会・第11回RPS法小委員会合同会合説明資料, 2010年11月15日.
- 資源総合システム. 2011. 『太陽光発電システム等の普及動向に関する調査』平成22年度新エネルギー等導入促進基礎調査, 経済産業省資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー部新エネルギー対策課, 平成23年2月.
- 総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会新市場拡大措置検討小委員会. 2001. 『新市場拡大措置検討小委員会報告書』, 2001年12月.